



胜利油田

开发技术论文集

(2010 — 2011)

孙焕泉 毕义泉 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书收集了胜利油田2010—2011年度开发技术座谈会发表的50篇论文,集中反映了近两年来胜利油田开发技术的研究成果,内容涉及精细地质研究、油藏工程、采油工艺、三次采油及提高采收率技术等,对国内油田增储上产工作具有较高的指导意义。

本书可供油田开发技术人员、管理人员及相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

胜利油田开发技术论文集.2010—2011/孙焕泉,毕义泉主编.
北京:石油工业出版社,2012.11

ISBN 978-7-5021-9295-2

I. 胜…

II. ①孙…②毕…

III. 油田开发-东营市-文集

IV. TE34-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第231274号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010) 64523620

编辑部:(010) 64523544

经 销:全国新华书店

印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:37.75

字数:963千字

定价:160.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《胜利油田开发技术论文集（2010—2011）》

编辑委员会

主 编：孙焕泉 毕义泉

副主编：王端平 束青林 杨耀忠 尚明忠

编 委：（按姓氏笔画排序）

牛栓文	王优杰	王志杰	冯 斌	乔明全	刘承红
朱孟高	张本华	张伟涛	张全胜	张继国	李振泉
杜玉民	杜丙国	杨圣贤	杨国兴	杨晓敏	杨慧臣
汪庐山	肖淑明	陈 元	陈 东	陈炳申	周英杰
姜忠新	赵光宇	赵红兵	唐志军	崔文富	鹿洪友
焦红岩	谢风猛	路智勇	谭河清	冀延民	

目 录

胜利油田 SEC 储量评估特点、方法与评估现状分析

..... 王端平 张明安 苏映宏 薄其众 徐永梅 等 (1)

解放思想 创新理论 攻关技术 推动油田开发持续稳定发展

..... 李振泉 郜绍献 肖 武 王 滨 颜 子 等 (15)

孤岛油田聚驱后提高采收率先导试验进展及效果

..... 束青林 张本华 杨晓敏 丛国林 王 宏 等 (29)

强化基础研究 谋划调整策略 持续提升水驱油藏开发水平

..... 张以根 肖 武 颜 子 张海燕 聂振霞 等 (38)

胜利油田致密油藏开发研究进展及下步工作方向 王 军 石世革 闫 斐 (50)

创新发展化学蒸汽驱技术 打造大幅度提高稠油采收率杀手锏

..... 束青林 孙建芳 吴光焕 李金志 李 伟 (66)

胜坨油田特高含水期潜力及开发对策

..... 贾俊山 黄迎松 杨圣贤 曾显香 刘丽杰 (81)

滩坝砂油藏渗流机理研究及有效开发技术 李春芹 李 倩 王志杰 (86)

积极研究与实践探索滩坝砂油藏开发技术 李春芹 李 林 王志杰 (112)

特低渗透滩坝砂油藏二氧化碳驱开发技术 李春芹 李 倩 王志杰 尹德江 (137)

深化研究 多措并举 实现西部快上产

..... 乔明全 杨海中 曹 坤 张 帅 贺彦博 (159)

现河低渗透老油田综合调整主要做法及效果——以史深 100 沙三中亚段深层低渗透

油藏为例 陈晓媛 王文玲 刘中伟 张 戈 王冬梅 (169)

加强攻关 实现现河地区低渗透油藏提速开发

..... 王冬梅 刘雪青 许 威 刘 洋 (179)

埕岛油田层系细分、井网加密调整中的主要做法及效果评价

..... 王俊杰 牛明超 时丕同 徐永辉 (189)

优化部署 加快配套 努力实现海上油田跨越式发展 王俊杰 于君田 陈清汉 (197)

特高含水期矢量层系井网调整产液结构主要做法

..... 崔文富 周化彬 吴媛媛 李绪明 张 俊 (204)

临盘复杂断块精细注水开发实践与认识 陈庆春 韩红霞 刘 金 王志勇 (214)

断块油藏特高含水期提高采收率技术 牛栓文 路智勇 魏进峰 贾祥军 李 磊 (233)

东辛断块油藏老油田一体化系统工程做法及效果

..... 张进平 路智勇 张艳增 杨圣贤 刘 斌 (250)

孤东油田零散小砂体开发潜力分析	崔文福 李林祥 李振东 孙以德 王 华	(264)
滨南采油厂断块油藏开发效果评价及下步调整对策		
.....	孙洪卫 洪新林 吴效运 霍爱民 胡春余	(271)
深化油藏认识 强化技术攻关 不断提高窄河道小砂体油藏开发水平		
.....	张伟涛 马永达 王继强	(284)
精细研究 优化部署 实现桩西滩海油藏高效开发		
.....	张伟涛 周 杰 滕宝刚 王继强	(291)
低渗透砂岩油藏“仿水平井”开发技术初探——以东营凹陷正理庄油田樊 142 区块		
沙三下亚段油积砂岩油藏为例	董 冬 孙国斌 陈步高 蒲玉国 李菊红	(298)
解放思想 开拓创新 实现低品位稠油油藏高效开发		
.....	冀延民 王爱丽 张志磊 刘景新 左青山	(311)
深化研究 加强水驱 提高低渗透油藏开发效果		
.....	徐新丽 李 茹 柳兴邦 王忠兴 张建伟	(323)
河口稠油油藏开发配套技术研究与应用		
.....	陈国强 叶小川 徐 伟 孟庆丽 朱学东 等	(333)
埕东油田埕南 91 块超稠油开发配套技术	陈 丽 叶小川 苏红红 刘春平	(339)
胜利油田非常规油气优快钻井技术	周延军 唐志军	(347)
胜利油田钻采方案管理现状分析及对策		
.....	杜丙国 刘从林 安 克 戴荣东 张海燕	(354)
“十一五”采油工程技术进展及“十二五”重点攻关方向		
.....	汪庐山 贾庆升 王志敏 安申法 曹嫣嫔 等	(364)
胜利油田中高渗透油藏提高水驱效果的主导工艺技术		
.....	汪庐山 陈 勇 张一羽 张艳君 靳彦欣 等	(375)
非常规油气水平井多级分段压裂完井技术		
.....	张全胜 张 峰 左家强 王 磊 李玉宝 等	(391)
创新思路 强化攻关 实现低渗透水平井压裂完井技术跨越式发展		
.....	张全胜 张 峰 马 收 吕 玮 吕芳蕾 等	(403)
深化研究 创新集成 构建以整体堵调为核心的控水稳油技术		
.....	刘承杰 杜立滨 靳彦欣 王 涛 唐 钢	(414)
特超稠油 HDNS 强化采油技术	曹 坤 张 帅 贺 彦	(428)
对标一流 集成配套 有效推动海上油田的高效开发	周思宏	(438)
特高含水老油田复杂井况井筒简化治理技术研究与应用		
.....	崔 洁 马清明 肖 坤 王 飞 项绍亮 等	(455)
电化学预氧化技术在腐蚀性油田采出水水质治理中的应用		
.....	赵明宸 宋根才 赵 雷 姜 丽	(465)
特超稠油 HDCS 强化采油技术	邱国清 李豪浩 赵洪涛 陈中华 李雪莉 等	(475)

改善油井井筒及地面管线中稠油流变性的措施及效果

..... 郑向峰 井立国 张学超 刘吉明 孟德嘉 (486)

稠油多元热流体开采工艺研究与应用 韩 鹏 付继彤 陈 辉 王文明 杨社红 (491)

稠油油藏捕集强化采油 CPE 技术 ... 孙克己 曲 丽 马爱青 郝婷婷 刘艳平等 (498)

规模化应用不压井工艺 实现绿色高效作业

..... 孙茂盛 寇永强 卢惠东 于智伟 刘 刚 等 (509)

旋流计量装置的应用分析..... 刘雨文 贾 鹏 段忠习 (524)

集成配套 精细管理 提升草 33 稠油单元开发水平 赵 凯 赵启刚 刘 军 (532)

深化单元目标化管理 实现开发生产平稳运行

..... 刘雪青 刘中伟 刘子超 张 戈 邢迎迎 (543)

“三位一体”注采管理控递减的主要做法

..... 黄爱先 庞丽丽 陈剑波 潘扬庆 孟凡胜 (556)

精细管理 强化调整 努力扩大孤东油田二元驱效果

..... 陈孝芝 李文华 周 超 杨美华 范文平 (569)

加强一次井控 确保钻井安全 董 伟 陈 营 梁杰玉 (586)

胜利油田 SEC 储量评估特点、方法与评估现状分析

王端平¹ 张明安² 苏映宏² 薄其众²
徐永梅² 吕翔慧² 张付兴² 胡宝明²

(1. 中国石化胜利油田分公司; 2. 中国石化胜利油田分公司 地质科学研究院)

摘要:“中国石化”为一在纽约、伦敦、香港和上海四地上市的国际化公司,在资本市场中影响巨大。上市储量评估结果科学合理,能够充分反映公司良好的发展状况,保证资本市场健康稳定。SEC 评估准则与评估方法对评估结果影响很大,在分析国内外储量评价差异性的基础上,首次提出 SEC 储量具有经济性、时效性、整体性、独立性和保守性等五方面的特点;按储量构成,分别系统总结了新增探明储量、未开发储量及已开发储量的 SEC 储量评估方法及参数确定原则;在此基础上,对胜利油田到 2010 年的储量评估的状况进行分析评价,为国内外储量评价工作提供借鉴和指导。

关键词: SEC 储量评估 新增探明储量 已开发储量 未开发储量 老区五年计划储量

美国证券交易委员会 (U. S. Securities and Exchange Commission) 简称 SEC。SEC 代表美国政府制定关于上市公司油气储量评估规则与信息披露规范。凡在美国上市的油公司,必须按照 SEC 要求评估储量并披露相关信息。SEC 准则下的油气证实储量是油公司的核心资产。油气储量资产规模大小反映油公司的实力和竞争力,是油公司可持续发展的基础,是企业效益的源泉。但国内储量评价与 SEC 准则下的储量评估在评估目的、方法、特点上存在较大差异性,不但给储量管理带来不便,而且也给公司制定开发决策带来困难。为加强上市油气储量评估工作,提高储量评估水平,保持评估结果科学合理与相对稳定,实现油田可持续发展,开展了 SEC 储量评估特点及评估方法研究。

1 SEC 储量定义及评估准则

SEC 储量是剩余经济可采储量,是指在现行经济和技术条件下,由地质和工程资料所确定的、将来可以从已知油气藏中能以合理的确定性采出的原油、天然气和天然气液的数量。SEC 储量是指在指定评估日给定的条件下,未来通过对已知油气藏实施开发项目能够被经济采出的石油估算储量。SEC 储量必须满足 4 个条件:已发现、可开采、具有商业性和基于实施的开发项目在评估时间内有剩余可采量。

评估准则为 SEC 准则,主要来源于 4 个法规和准则,即新美国 SEC 准则中 S-X 条例 210.4-10 条款 (2008)、美国《1934 年证券交易法案》和《1975 年能源政策和资源保护法案》新 S-K 条例中 229.1200 子部分 (229.1201—229.1208 条款) (2008)、美国 SEC 财务会计准则第 69 号说明 (1982)、美国 SEC 职员会计公告 (论题 12) (1982),石油与天然

气生产活动。SEC 准则主要给出了储量的定义、分类和评估的原则，并对各类储量进行了界定；规定了成本、油价等经济参数确定机制；规定了油气储量披露的具体内容。

2 SEC 储量评估的特点

从国内外储量评估差异性来看，SEC 储量评估的特点具体体现在经济性、时效性、整体性、独立性、保守性 5 个方面。

2.1 经济性

SEC 评估的是现有经济和技术条件下的剩余经济可采储量及剩余经济价值，是有价值的、是商品，可以上市进行买卖交易，体现的是现有经济技术条件下的储量价值。评估方法采用现金流法（预测净现金流为零之前的累计产油量）。

国内评估的是现有技术条件下的技术可采储量及剩余技术可采储量。侧重技术可采储量管理，体现的是长远效益。评估方法考虑开发阶段、开发方式不同，预测方法不同。未开发储量采用静态法，如地质综合评价法、经验公式法、类比法等。对于水驱单元和热采稠油单元，采用水驱特征曲线法、注采比法和递减法评估已开发储量；对于化学驱单元，采用数模预测法、吨干粉增油量法评估可采储量。其预测的都是含水 98% 时或单井日产油 0.2t 时的技术可采储量，反映的是最终可采量，体现的是长远效益。

例如：2008 年探明的大芦湖油田樊 1 块，国内评价地质储量 $1883 \times 10^4 \text{t}$ ，采收率用类比法确定为 13%，技术可采储量 $245 \times 10^4 \text{t}$ 。SCE 在油价 47.5 美元/bbl 条件下，设计总井数 46 口，单井初产 4t/d，递减率 30%，单井投资 850 万元，单位操作成本 742 元/t，评价本块无经济效益，SEC 经济可采储量为 0。

2.2 时效性

SEC 根据评估条件及开发形势变化，每年及时进行储量评估，评估结果一般能实时反映开发形势。

国内一般依据调整后水驱特征曲线进行预测，稳定的水驱规律段一般滞后调整时间 2 ~ 3 年，使标定结果存在滞后性。

例如：孤东七区西 Ng_4^1 — Ng_5^1 单元，面积 7.9km²，地质储量 $889 \times 10^4 \text{t}$ 。2001 年进行老区调整，钻新油井 4 口，补孔改层 60 井次，水井转注 18 口。水驱曲线到 2005 年出现水驱规律段，国内 2005 年才进行可采储量标定，标定结果存在明显的滞后性（图 1）；而 SEC 在

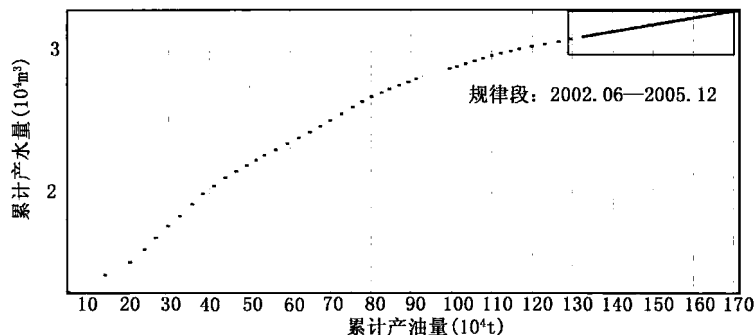


图 1 国内七区西 Ng_4^1 — Ng_5^1 累计产油累计产水曲线

2001 年调整时就用递减法进行了标定（图 2），及时反映了当年老区调整效果。



图 2 SEC 七区西 Ng_4^1 — Ng_5^1 产量递减曲线

2.3 整体性

SEC 每年对所有单元、所有储量进行全面评估，既反映当年新增，又反映当年核减。国内比较重视年度新增可采储量的计算，对失控可采储量（井网损坏）核减一般每五年进行一次。

例如：现河庄油田 2000—2005 年产量运行平稳，SEC 评估时，2006 年递减率取 5%，评估结果为 $899 \times 10^4 t$ ；2006—2007 年递减加大，产量下降，2007 年递减率调整为 10%，评估结果为 $705 \times 10^4 t$ ，减少 $194 \times 10^4 t$ （图 3）。而国内标定，只是根据在河 143、河 146 两个区块由于进行加密调整增加可采储量 $47 \times 10^4 t$ （表 1），而对于河 100、河 106、河 135、河 159、河 43 等单元，由于井网损坏，导致可采储量失控，没有及时进行核减，导致现河庄油田 2007 年在产量下降的形势下，还增加可采储量 $47 \times 10^4 t$ 。

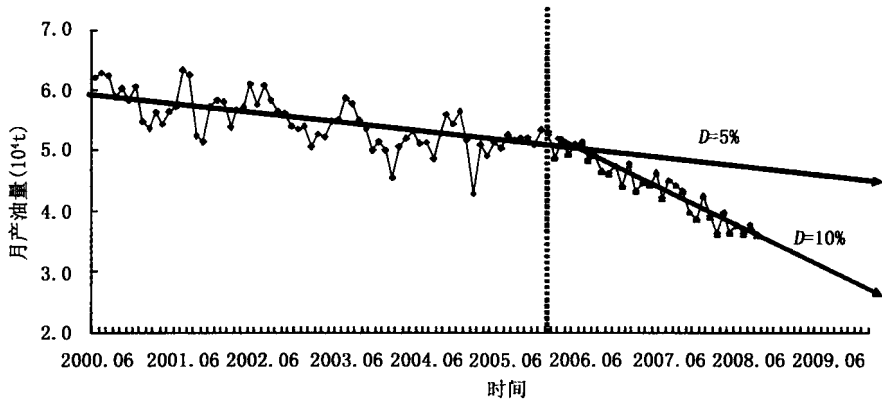


图 3 现河庄油田 SEC 产量预测曲线

表 1 现河庄油田 2007 年度国内老区新增可采储量明细

油田	年度	单元名称	当年新增可采储量 ($10^4 t$)
现河庄	2007	河 143	27
		河 146	20
		小计	47

2.4 独立性

SEC 储量由有资质的第三方评估公司根据实际提供资料进行评估。中国三大石油公司，中国石化、中国石油和中海油分别由美国的 RyderScott、D&M 和 RyderScott 进行评估，其评估具有相对的独立性。

国内一般由采油厂标定，分公司进行审核，总部审定，也就是自己评估自己审定。

2.5 保守性

SEC 对股民负责，注重已钻井、测试的实际资料。含油面积强调井控程度；有效厚度强调实钻、测试资料；初始产量采用评估时在产井产量；递减率用实际井递减值，油价成本采用目前实际值。SEC 不否认规律和预测，但预测值暂不进入评估结果。一方面接受地质家的规律预测，但不接受储量，打井证实后再算；另一方面接受工程师的增产预测，但不接受产油量，获得产油量后再增。

国内注重对油藏整体认识，评估结果含各种规律及增产预测。

例如：SEC 在不同开发阶段，其预测结果不同，在开发初期根据初期递减规律，递减率取值较大，到中期调整后，预测可采储量为初期的 1.5 倍左右，到开发后期将达到 2.4 倍。国内在开发初期就类比成熟开发区（处于开发中后期）的递减率，预测可采储量相当于 SEC 的开发后期预测值。

3 SEC 储量评估方法

SEC 储量评估方法是现金流法。首先预测指定评估日之后每年的产量，然后根据油气价格计算每年的总收入，减去操作成本和相关税费得到年度净现金流，当净现金流量为零时，在这一时间点之前的累计预测产量为剩余经济可采储量。

$$(CI - CO)_t = 0 \quad (1)$$

式中， CI 为现金流入； CO 为现金流出 t 为当净现金流为 0 时的第 t 年（月）。

$$N_R = \sum_{i=1}^t Q_i \quad (2)$$

式中， N_R 为剩余经济可采储量； Q_i 为第 i 年（月）的预测产量； i 为时间，年（月）。

其中，

油气产品价格：美国证监会规定，油气产品价格采用油价为 1 ~ 12 个月第一天油价的算术平均值。

操作成本：中国石化以成本核算中心为单位提供操作成本数据。胜利油田一般以采油厂、油公司为单位。

投资：投资包括勘探投资、开发投资以及废弃费和残值。陆上油气田一般将废弃费和残值抵消。

矿权：要求提供每一个 SEC 储量评估单元的实际采矿权开采期限。

增值税：中国陆上石油行业的增值税石油为 17%，天然气为 13%。

资源税：石油 3.8%，天然气为 3.5%。

特别收益金：油价超过 55 美元/bbl 后，按 5 级超额累进从价定率计征。

权益：包括矿区权益，作业权益，产品权益。除了与其他公司合作开发的油气田之外，一律取 100%。

折现率：美国证监会统一的折现率为 10%。

产油量预测方法：目前国际上通用主要有 Arps 递减法；产量与累计产量关系曲线法；含水量与累计产量关系曲线；含油量与累计产量关系曲线；水油比与累计产量关系曲线。其中 Arps 递减法应用最广泛。

因此，现金流法涉及的主要预测参数为初始产量、递减率、经济极限产量和矿权年限。若在评估起始日，初始产量增加（或减少），剩余经济可采储量也增加或减少；递减率是评估中非常重要的参数，若在评估起始日，由于采用提高采收率措施，递减减缓，剩余可采储量将增加；经济极限产量，是由油价、成本和税收决定的。若油价较低，成本较高，经济极限较高，剩余经济可采储量减少。若油价较高，成本较低，经济极限下降，剩余经济可采储量增加；矿权年限，指在经济年限之上，将用矿权年限来截止剩余经济可采储量，因此，在经济年限之上，若增加矿权年限，剩余经济可采储量会相应增加。

上市储量评估中 SEC 储量按国内储量分类可分为新增探明储量、未开发储量、已开发储量三类。由于新增探明储量与未开发储量评估方法相似，因此，对新增探明及未开发储量、已开发储量分别介绍 SEC 储量评估方法。

3.1 新增储量及未开发储量评估方法

对新增探明储量及未开发储量，首先由地质师根据地质资料、分析化验资料、测井资料、试油试采等资料，采用容积法评估地质储量是否可靠落实。然后由油藏工程师根据开发规划方案，确定评估时采用的井数、单井初产及递减率，计算技术可采储量，再根据经济参数（投资、油价、成本、税收等）用现金流法计算剩余经济可采储量。

3.1.1 井数的确定

井数确定强调井控，在有井控制的含油面积周围，最多可计算 8 个单元的证实未开发储量（井距 300 ~ 500m），并且这 8 口井还必须在 3 ~ 5a 内有开发计划，若无开发计划也不能计算证实储量（图 4）。根据此原则确定的井数就比规划方案大幅度减少。

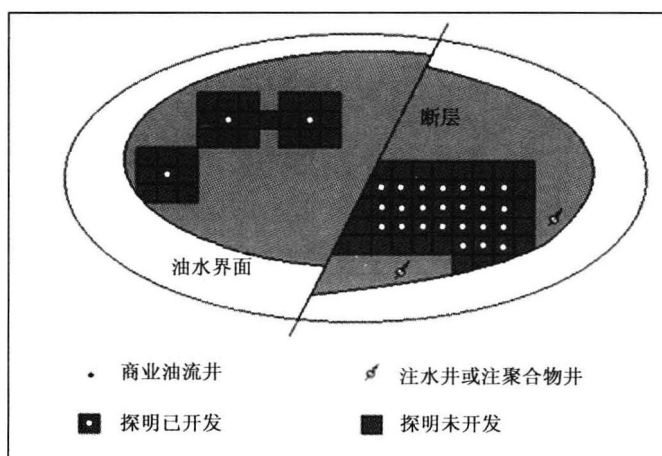


图 4 井控范围和储量级别划分示意图

例如：埕岛油田埕北 246 块，探明时仅有 3 口探井，国内评价探明含油面积 5.4km^2 ，规划井数 15 口；而 SEC 确认面积 3.41km^2 ，规划井数 9 口，减少幅度 40%（图 5）。

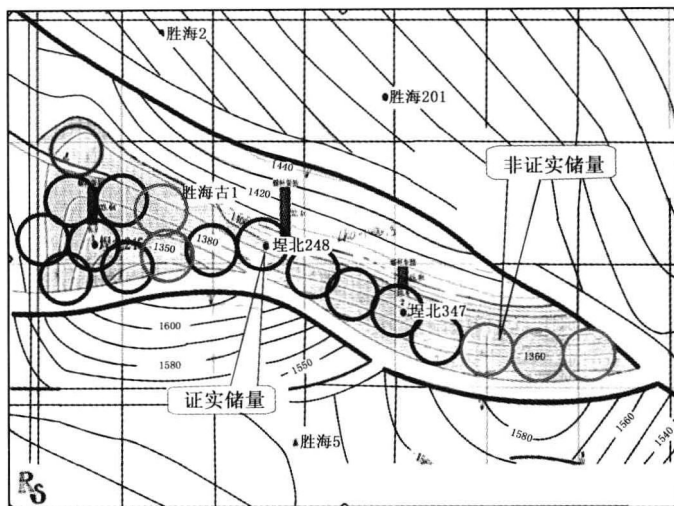


图5 埕岛油田埕北246块含油面积图

上市评估时，确定评估井数要在符合 SEC 准则基础上，考虑构造位置、油水界面、断层等因素。通常有下面 4 个原则：

一是水井不作为评估井数但参与投资计算；

二是距老油井太近或 1.5 倍井距之外的井不作为评估井数。距老井太近, 可能不增加可采储量, 只是提高采油速度; 距老井太远, 储量落实程度较差也不能作为评估井数 (图 6)。

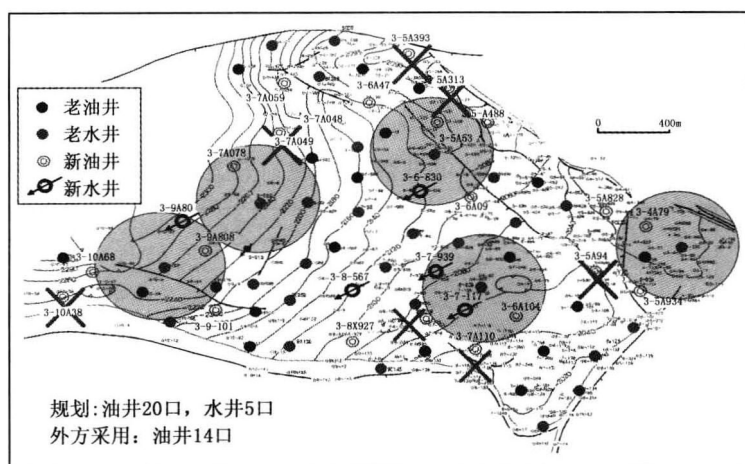


图6 坨28(82-83)2009年井网规划部署图

三是构造低部位的井不作为评估井数。主要是由于构造低部位的井超过了已知油藏的烃底, 不符合 SEC 准则, 并且在已开发区内低部位井可能已水淹, 因此构造低部位的井不能作为评估井数 (图 7)。

四是无井控的封闭断块区部署井不作为评估井数（图8）。

3.1.2 单井初产的确定

对于单井初产，SEC 取评估时试采井单井日产油作为开发井初产。

例：现河庄油田史 138—河 152 区块，2007 年上报探明储量，地质储量 $1585 \times 10^4 \text{t}$ ，含油面积 22.4km^2 ，探明时完钻井数 101 口，开井 77 口。本区块完钻井较多，国内根据新井投产初期试采时的 7.6t/d 。而 SEC 采用探明时试采开井 77 口当时的平均单井日产油 4.7t ，减少幅度 38%（表 2）。

表 2 史 138—河 152 区块试采井生产情况表

序号	井号	层位	投产初期产量			目前产量 (2007.9)		
			日期	日产量		日期	日产量	
				油 (t)	水 (m^3)		油 (t)	水 (m^3)
1	史 138-6	E3s3231	2003.11	6	2.4	20070930	1.4	1.3
2	史 139	E3s3231	2004.8	5	2.4	20070930	1.2	0.3
3	河 143-斜 79	E3s3232	2006.1	10.9	0.1	20070930	5.1	
4	河 146-46	E3s3231 + 2 + 4	1997.5	5.1	5.6	20070930	5.3	15.8
5	河 148-1	E3s3231 + 2 + 4	2007.3	7.3	3.6	20070930	6.7	0.1
6	河 146-斜 74	E3s3231 + 2	2006.6	9.6		20070930	14.4	3.6
7	史 127-斜 15	E3s3232	2007.3	9.9	5.1	20070930	1.5	0.3
8	史 127-16	E3s3232	2007.6	12.9	3.7	20070930	4.9	0.5
	...	...	...	...	...	...	...	...
100	史 127-18	E3s3231 + 2	2007.9	11.7	1.4	20070930	1.4	0.1
101	河 86-61	E3s3231 + 2	2006.12	10		20070930	4.1	0.1
平均				7.6			4.7	

3.1.3 递减率的确定

递减率，SEC 取试采井单井拉齐递减率或井数稳定时区块实际递减率。例如：现河庄油田河 148 井区，2008 年上报探明地质储量 $506.68 \times 10^4 \text{t}$ ，面积 8.98km^2 ，国内通过类比相邻层位已经水驱的区块取递减率 10%，SEC 取试采井井数稳定时的递减率 30%（图 9）。

由于评估井数、单井初产和递减率 3 个方面的保守性，与国内上报储量计算和剩余经济可采储量相比，差别非常大。例老河口油田老 163 块 2006 年上报探明地质储量 $673.55 \times 10^4 \text{t}$ ，面积 5.72km^2 ，国内评估井数 27 口，SEC 评估井数 12 口，减少 15 口，55%；单井初产国内用新井初期的产量确定为 12t/d ，SEC 采用目前区块生产井的平均单井产量 8t/d ，减少 4t/d ，33%；递减率国内用水驱后的 8%，SEC 采用单井拉齐的实际递减率 32%，差 4 倍，评估的剩余经济可采储量国内为 $115 \times 10^4 \text{t}$ ，SEC 仅为 $29 \times 10^4 \text{t}$ ，减少了 75%（表 3）。

表 3 老 163 块国内外评估结果对比表

类别	新钻井数 (口)	初产 (t/d)	递减率 (%)	剩余经济可采 (10^4t)	采收率 (%)
国内	27	12	8	114.09	19.6
SEC	12	8	32	28.78	6.9
差值	-15	-4	24	-85.31	-12.7

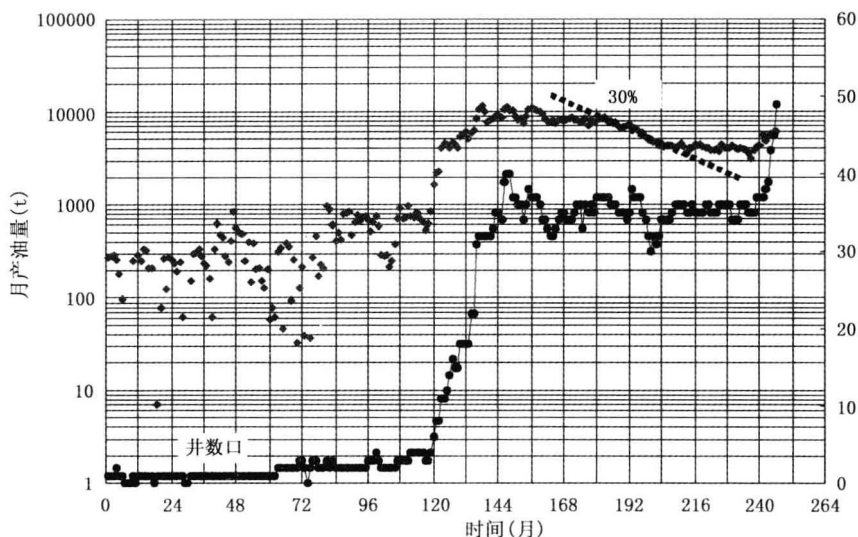


图9 河 148 井区开发曲线

3.2 已开发储量评估方法

对于已开发储量，由油藏工程师利用单元动态生产数据（月产油、月产液、月含水、开井数），根据历史上的开发趋势，确定初产和递减率，采用递减法计算技术可采储量，再根据经济参数（投资、油价、成本、税收等）用现金流法计算剩余经济可采储量。

3.2.1 初始产量的确定

由于提交的动态开发数据点每年截至 8 月，因此初始产量是按评估时递减趋势预测评估基准日的产量，确定为初始产量。

例如：滨南油田 2010 年 8 月的初始月产量为 $2.49 \times 10^4 \text{t}$ ，油田目前的递减率为 6.5%，评估基准日的初始产量，是以 2010 年 8 月为起始点，按 6.5% 递减趋势预测到 2011 年 1 月为 $2.45 \times 10^4 \text{t}$ ，评估基准日的初始月产量就为 $2.45 \times 10^4 \text{t}$ 。

3.2.2 递减率的确定

首先确定反映油藏自身开发规律的基础递减率，需要满足井数基本稳定，没有大调整措施，产量递减规律明显的递减段等条件。然后根据开发态势分为产量上升的单元、产量递减平稳及产量下降 3 种情况分别进行预测。

例如，宁海油田评估时的基础递减率就是选取 1997—2003 开井数相对稳定在 45 口时，对应的递减率为 14%（图 10）。

对于产量上升单元，考虑新井递减较大，先是一段大递减，然后按基础递减率预测。

例如：宁海油田在 2006 年前产量较稳定，直接取基础递减率 14% 进行预测，到 2007 年钻新井 5 口，产量上升，考虑到新井递减较大，先给一年快速递减 30%，然后给 14% 的基础递减率。到 2008 年钻新井 4 口，产量波动较大，给了一年 44% 的大递减，然后是 14% 的基础递减率（图 11）。

对于产量递减稳定单元，直接按基础递减率预测。

例如：滨南油田产量递减趋势相对稳定，直接取基础递减率 6.3% 进行预测（图 12）。

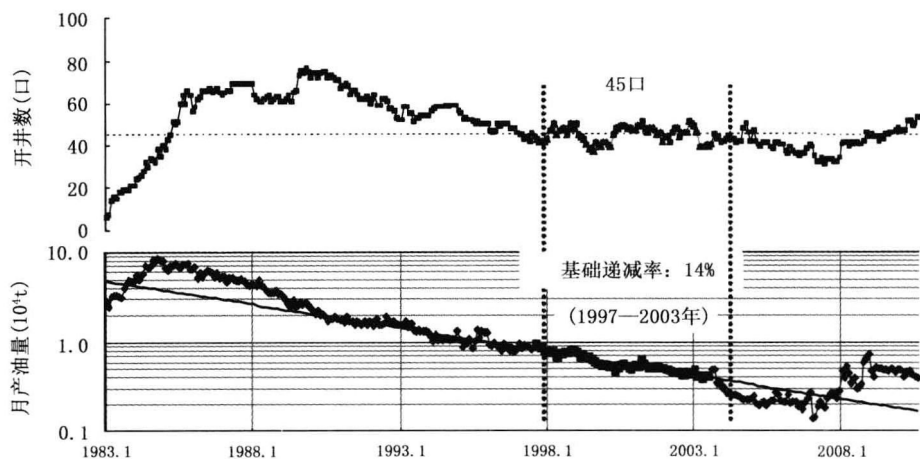


图 10 宁海油田产量变化曲线

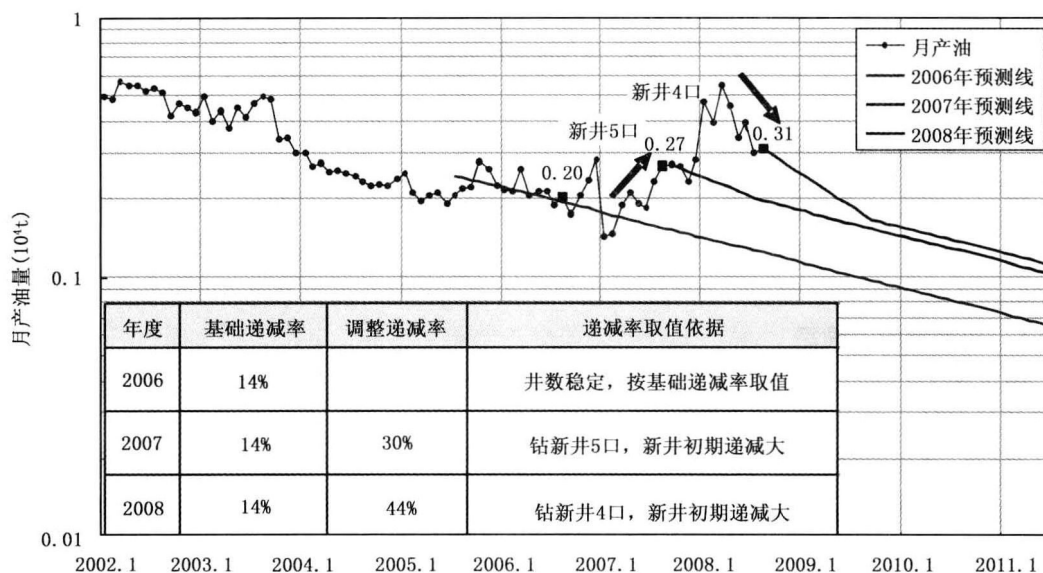


图 11 宁海油田产量变化曲线

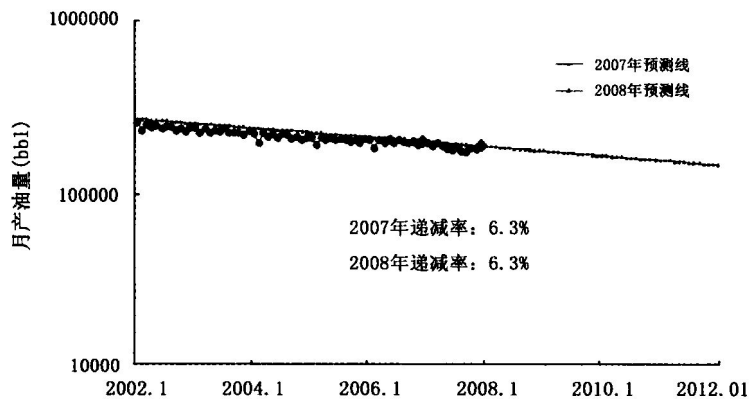


图 12 滨南油田产量预测曲线

对于产量递减加大单元：按加大后的递减率预测。

例如：东辛油田 2002 年新增辛 161、辛 164、辛 3、辛 31 单元，2007 年以前递减率为 28%，2008 年递减加大到 40%，按加大后的 40% 进行预测（图 13）。

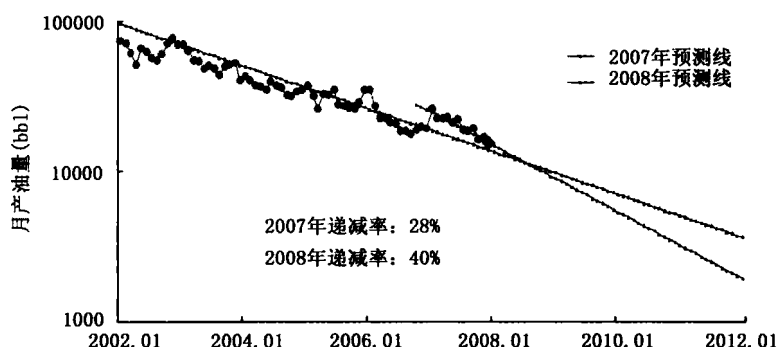


图 13 东辛油田 2002 新增单元产量预测曲线（辛 161、辛 164、辛 3、辛 31）

4 SEC 储量评估现状分析

从总的评估情况来看，1999—2006 年剩余经济可采储量逐年上升；2007 年以来有所下降，但始终高于上市初期的水平，2010 年比 1999 年仍高出 $206 \times 10^4 \text{t}$ ，平均储量替代率 100.6%。储量替代率 2006 年前都在 100% 以上，2006 年后都在 100% 以下，2007 年最低只有 40%。

从储量构成来看，当年新增探明储量是逐年减少的，由前 3 年的 $(1300 \sim 1600) \times 10^4 \text{t}$ ，减少到目前的 $(500 \sim 600) \times 10^4 \text{t}$ ；未开发储量减少幅度最大，上市初期评估为 $4000 \times 10^4 \text{t}$ ，到 2003 年达到最高 $5233 \times 10^4 \text{t}$ ，目前未开发储量地质储量变化不大，仍为 $(6.8 \sim 7) \times 10^8 \text{t}$ ，但评估结果只有 $5 \times 10^4 \text{t}$ ，可以说未开发储量对评估结果已无贡献；已开发储量从 1999 年来评估结果在持续增加，2007 年以后由于老油田产量下降，评估结果有所下降；老区五年计划在 2008 年前没有进入证实储量，2008 年开始进入证实储量（表 4）。

表 4 历年评估结果构成表

年度	当年新增探明 (10^4t)	未开发 (10^4t)		已开发 (10^4t)	合计 (10^4t)
		未开发	老区五年计划		
1999	1644	4055		23973	29673
2000	1358	4626		25152	30490
2001	1403	5233		24988	31625
2002	649	3759		27410	31818
2003	674	3064		28301	32038
2004	663	2734		29183	32580
2005	567	2525		30034	33125
2006	633	1793		30856	33282
2007	710	334		30565	31608
2008	463	189	2457	27550	30659
2009	487	87	1557	28159	30291
2010	524	5	1762	27588	29879